
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama
Sidang Akademik 2008/2009

November 2008

EEE 436 – PERHUBUNGAN DIGIT

Masa : 3 jam

ARAHAN KEPADA CALON:

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **TUJUH BELAS (17)** muka surat bercetak dan **ENAM (6)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Jawab **LIMA (5)** soalan.

Mulakan jawapan anda untuk setiap soalan pada muka surat yang baru.

Agihan markah bagi soalan diberikan disudut sebelah kanan soalan berkenaan.

Jawab semua soalan di dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris.

1. (a) Antena untuk stesyen television (TV) berada pada 1,500 kaki daripada tapak penghantaran. Kirakan liputan LOS untuk stesyen TV jika antena penerima adalah 20 kaki daripada paras lantai.

The antenna for a television (TV) station is located at the top of a 1,500-foot transmission tower. Calculate the LOS coverage for the TV station if the receiving antenna (in the fringe area) is 20 feet above ground.

(20%)

- (b) Pengguna komputer bercadang untuk membeli satu modem berkelajuan tinggi untuk menghantar data melalui talian telefon analog. Talian telefon tersebut mempunyai SNR sebanyak 25 dB dan frekuensi audio daripada 300 hingga 3,200 Hz. Kirakan kadar data maksima yang boleh dihantar melalui talian telefon apabila tiada ralat dikesan pada bahagian penerima.

A computer user plans to buy a higher-speed modem for sending data over his or her analog telephone line. The telephone line has a signal-to-noise ratio (SNR) of 25 dB and passes audio frequencies over the range from 300 to 3,200 Hz. Calculate the maximum data rate that could be sent over the telephone line when there are no errors at the receiving end.

(20%)

- (c) Lukiskan elemen asas satu sistem komunikasi digital.
Draw the basic element of a digital communication system.

(40%)

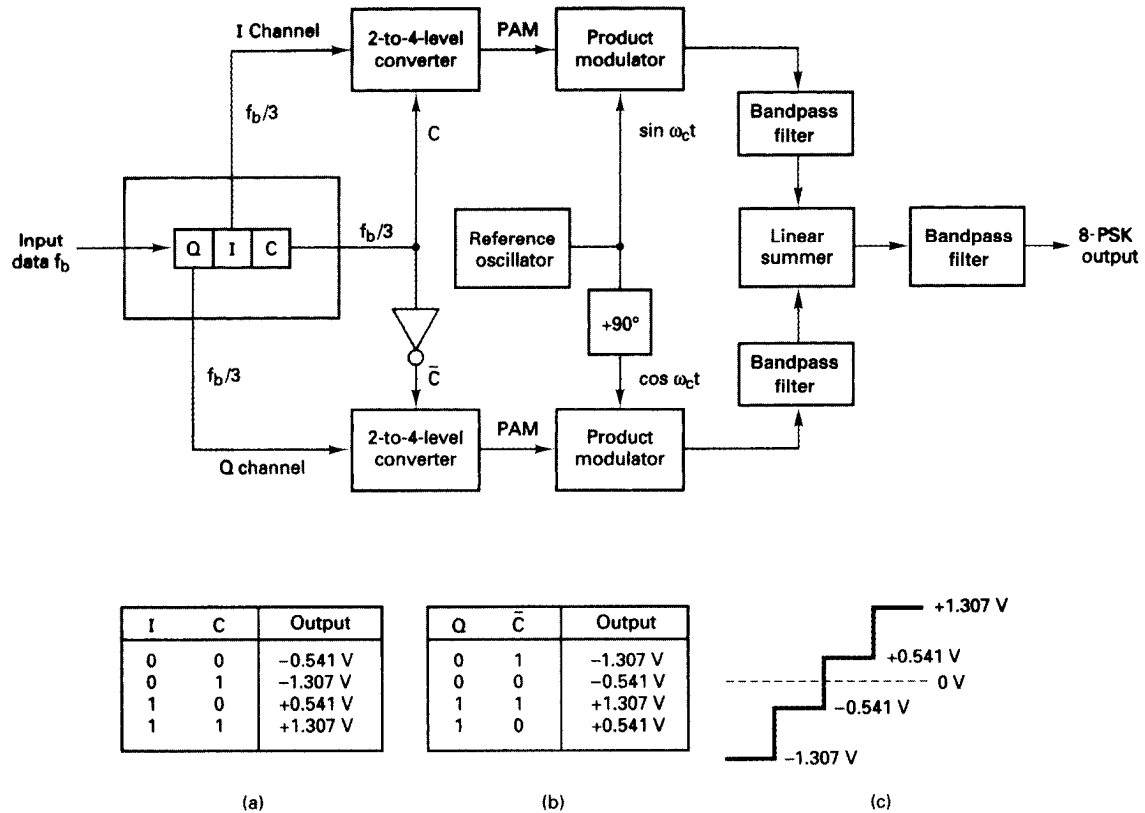
- (d) Berikan frekuensi-frekuensi untuk jalur C, X, Ku dan Ka.
Give the frequencies for C, X, Ku, and Ka bands.

(20%)

...3/-

2. Satu gambarajah blok modulator 8-PSK ditunjukkan pada Rajah 2.1.

A block diagram of an 8-PSK modulator is shown in Figure 2.1.



Rajah 2.1
Figure 2.1

- (a) Lukiskan jadual kebenaran bagi Q, I dan C

Draw the truth table of Q, I and C.

(10%)

- (b) Lukiskan gambarajah fasor

Draw the phasor diagram.

(20%)

...4/-

- (c) Lukiskan gambarajah konstelasi
Draw the constellation diagram. (20%)

- (d) Lukiskan keluaran fasa lawan masa bagi 000, 001 dan 010 sahaja.
Draw the output phase-versus-time relationship for 000, 001 and 010 only. (30%)

- (e) Untuk modulasi 8-PSK dengan masukkan kadar data (f_b) bersamaan 10 Mbps dan frekuensi pembawa 70 MHz, kirakan nilai minimum lebar jalur 'double-sided Nyquist' (f_N) dan nilai baud.

For an 8-PSK modulator with an input data rate (f_b) equal to 10 Mbps and a carrier frequency of 70 MHz, determine the minimum double-sided Nyquist bandwidth (f_N) and the baud rate.

(20%)

3. (a) Satu gelombang pendua PAM dihantar melalui rangkaian baseband dengan lebarjalur maksimum pada 75 kHz. Masa bit adalah 10 μ s. Carikan spektrum 'raised-cosine' yang dapat memenuhi keperluan-keperluan tersebut.

A binary PAM wave is to be transmitted over a baseband channel with an absolute maximum bandwidth of 75 kHz. The bit duration is 10 μ s. Find a raised-cosine spectrum that satisfies these requirements.

(20%)

- (b) Diberikan isyarat $s(t)$ dalam Rajah 3.1.
Given the signal $s(t)$ as shown in Figure 3.1.

- (i) Tentukan sambutan dedenyut untuk penuras padanan kepada isyarat dan lakarkan sebagai fungsi masa.

Determine the impulse response of a filter matched to this signal and sketch it as a function of time.

(30%)

- (ii) Lakarkan keluaran penuras padanan sebagai fungsi masa.

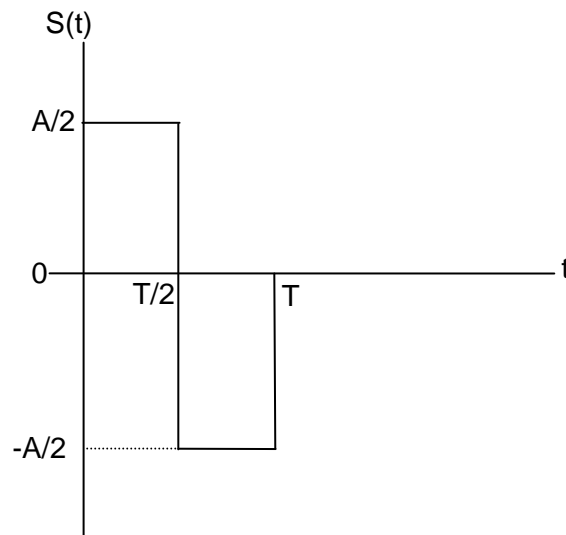
Plot the matched filter output as a function of time.

(20%)

- (iii) Apakah nilai puncak pada keluaran untuk bahagian (ii).

What is the peak value of the output for part (ii).

(10%)



Rajah 3.1
Figure 3.1

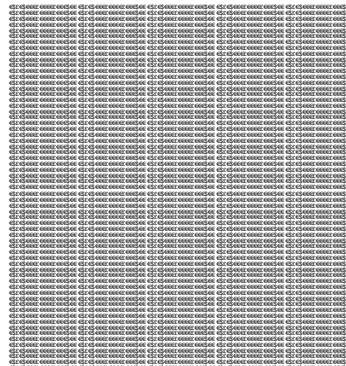
- (c) Lukiskan gambarajah untuk penghantar pendua PSK dan penerima jelas pendua PSK

Draw a block diagram of a binary PSK transmitter and a coherent binary PSK receiver.

(20%)

4. (a) Bayangkan anda sebagai seorang Pelatih Perindustrian di sebuah syarikat media digital. Anda telah ditempatkan di bahagian pengekodan imej untuk mendapatkan pengalaman dalam pengekodan imej secara digital. Bagi tugas yang pertama, penyelia anda telah memberikan imej dalam Rajah 4(a) di bawah untuk dianalisa.

Imagine that you are an Industrial Trainee at a digital media company. You have been attached to the image encoding department to gain experience in digital encoding of images. For your first assignment, your supervisor gives you the image in Figure 4(a) for analysis.



Rajah 4(a)
Figure 4(a)

Perisian penganalisa corak yang anda gunakan menyatakan bahawa imej tersebut sebenarnya dibina dengan menggunakan hanya 3 simbol; €, \$ dan £. Ia juga menyatakan yang imej itu terbentuk dengan hanya mengulangi corak dalam Rajah 4(b) berikut sebanyak 1 juta kali.

The pattern analyzer software that you use tells you that the image is actually constructed by only 3 different symbols; €, \$ and £. It also tells you that the image is formed by simply repeating the following pattern in Figure 4(b) 1 million times.

€ \$ £ € \$ € € € £ € € € € £ € € € \$ € €

Rajah 4(b)
Figure 4(b)

Pada mulanya anda memutuskan untuk meletakkan 2-bit untuk setiap simbol menjadikan katakod untuk setiap simbol seperti berikut.

Initially you have decided to assign 2-bits for every symbol leading to the following codeword for each symbol.

€=00; \$=01 and £=10

Bagaimanapun anda teringat akan pengetahuan anda mengenai pengkodan Huffman dan ingin menggunakannya pada corak tersebut. Gunakan pengkodan Huffman untuk sumber tersebut dan dapatkan katakod untuk ketiga-tiga simbol. Berapa banyak pemadatan data yang anda perolehi dengan menggunakan pengkod Huffman berbanding skema pengkodan anda yang asal?

However you recall your knowledge on the Huffman coding and would like to apply it to the pattern. Apply Huffman coding to the source and determine the codeword for the 3 symbols. How much data compression can you gain by applying Huffman coding compared to your initial coding scheme?

(40%)

- (c) Rakan sekursus anda juga diberikan imej yang sama dan memutuskan untuk memanjangkan corak sumber tersebut kepada dua tahap dan menggunakan pengkodan Huffman untuk corak sumber yang telah dipanjangkan. Beliau mendapat katakod berikut:

Your coursemate was also given the same image and decides to extend the source pattern to order two and apply Huffman Coding to the extended source pattern. He obtains the following codewords:

€ €	=	1
€ \$	=	001
€ £	=	010
\$ €	=	011
£ €	=	0000
\$ \$	=	000100
\$ £	=	000101
£ \$	=	000110
£ £	=	000111

- (i) Anda khawatir jika penyelia anda mendapati cara pengkodan rakan anda lebih baik daripada cara anda dan memutuskan untuk membandingkan kedua-dua cara. Lakukan analisa perbandingan yang ringkas di antara keduanya.

You are concern that your supervisor may find your coursemate's coding approach better than yours and decide to compare the two schemes. Perform a brief comparative analysis between yours and your coursemate's encoding scheme.

(30%)

- (d) Pada perjumpaan mingguan, penyelia anda memberikan komen bahawa kedua-dua cara anda dan rakan anda tidak mungkin dapat menepati saiz maksima yang dibolehkan iaitu 2.5MByte untuk imej yang telah dikodkan secara digital dan menyuruh anda mencadangkan satu lagi penyelesaian. Fikirkan dan nilaikan kesahihan komen beliau. Nyatakan idea anda dan berikan butiran cadangan anda termasuk penilaian meritnya.

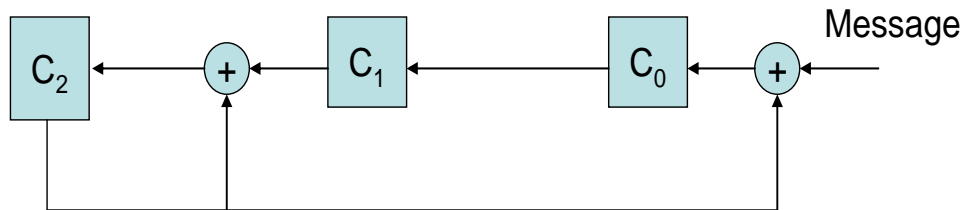
In a weekly meeting with your supervisor he comments that neither of the two approaches may be able to conform to the maximum allowable size of 2.5MByte for the digitally encoded image and asks you to creatively propose another solution. Reflect and evaluate the validity of his comment. Outline your ideas and provide a detailed proposal including suitable evaluation of its merit.

(30%)

5. (a) Satu pertandingan “Cabaran Robotik Angkasa” telah dilancarkan oleh satu syarikat perkhidmatan satelit di Pusat Pengajian Kejuruteraan Elektronik, USM. Anda bersama rakan-rakan memutuskan untuk menyertai pertandingan tersebut. Cabaran ini memerlukan rekabentuk satu robot untuk beroperasi di atas stesyen angkasa satelit. Robot ini perlu dikawal jauh dari stesyen bumi. Anda telah diamanahkan untuk membangunkan bahagian komunikasi digital antara pengawal di stesyen bumi dan robot di stesyen angkasa. Ahli kumpulan anda telah berjaya memprogramkan model robot tersebut untuk bergerak mengikut arahan. Arahan-arahan diwakili secara digital oleh blok perkataan 4-bit dan dihantar melalui saluran satelit. Anda mengagak bahawa saluran satelit boleh menjadi sangat hingar dan memutuskan untuk memasukkan pengekodan saluran dalam rekabentuk anda. Untuk kawalan ralat, rakan anda telah berjaya memprogramkan robot untuk menghantar pesanan ralat “Ralat! Pesanan anda telah rosak. Tolong hantar semula” jika katakod yang diterimanya telah rosak sewaktu penghantaran. Anda telah memilih untuk menggunakan (7,4) Kod Hamming dengan litar pengekod/penyahkod seperti di Rajah 5 dan menghasilkan katakod di Jadual 5.

A “Space Robotic Challenge” competition has been launched by a satellite service company in the School of Electronic Engineering, USM. You and your friends have decided to participate in this competition. The challenge requires a design of a robot for operation on board of a satellite space station. This robot is to be remotely control from an earth station. You have been entrusted with the development of the digital communication between the controller in the earth station and the robot on the space station.

Your teammate has successfully program a prototype of the robot to move according to a set of instructions. The instructions are digitally represented by blocks of 4-bits word and sent over a satellite channel. You have anticipated that the satellite channel can be very noisy and decided to include channel encoding in your design. For error control, you teammate has successfully programmed the robot to send an error message “ Error! Your message is corrupted. Please resend” should codewords get corrupted during the transmission. You have chosen to apply the (7,4) Hamming Code with the encoding decoding circuit in Figure 5, that produces the codewords in Table 5.



Rajah 5
Figure 5

Instructions/ Arahan	Bit representation/ Pewakilan bit	Codeword/ Katakod
ON	0000	0000000
OFF	0001	0001101
UP	0010	0010111
DOWN	0011	0011010
BACK	0100	0100011
FRONT	0101	0101110
MOVE	0110	0110100
STAY	0111	0111001
STAND	1000	1000110
RIGHT	1001	1001011
SIT	1010	1010001
TURN	1011	1011100
LOW	1100	1100101
HIGH	1101	1101000
LEFT	1110	1110010
GO	1111	1111111

Jadual 5
Table 5

- (i) Dalam satu ujian simulasi, pewakilan bit bagi arahan “MOVE” telah dikodkan mengikut Jadual 5. Katakodnya telah dihantar melalui satu saluran ujian yang mempunyai tahap hingar yang rendah. Katakod yang diterima oleh penerima ialah 0111100. Dengan menggunakan litar di Rajah 5, tunjukkan bagaimana penerima memproses katakod yang diterimanya. Bagaimana robot akan bertindakbalas terhadap katakod yang diterima tersebut?

In a simulation test, the bit representation of the “MOVE” instruction has been encoded according to the Table 5. The codeword is transmitted over a low noise satellite test channel. The received codeword at the receiving end is 0111100. Using the circuit in Figure 5, show how the receiver processes the received codeword. How will the robot respond to this received codeword?

(50%)

- (b) Dalam satu lagi ujian simulasi tetapi menggunakan saluran ujian yang mempunyai tahap hingar yang lebih tinggi, anda telah menghantar arahan “MOVE” dan “RIGHT” tetapi robot itu bergerak ke kiri dan tetap bergerak ke kiri bila anda mengulangi dua arahan itu. Apakah barangkali sebab-sebabnya dan nyatakan punca masalah itu.

In another simulation test but using a higher noise satellite test channel you have sent the “MOVE” and “RIGHT” instructions to the robot but the robot moved to the left and kept moving to left when you kept repeating the two instructions. What could be the reasons and determine the source of the problem.

(30%)

- (c) Semasa meninjau kemajuan pasukan, penasihat projek anda mencadangkan bahawa untuk mempunyai peluang untuk menang, robot anda perlu mempunyai kebolehan melakukan pergerakan yang lebih sofistikated. Untuk itu, anda perlu mencari satu skema pengekodan lain yang boleh menerima bit pesanan yang tiba secara bersiri dan bukan berblok. Tukarkan pengekod blok yang sedia ada dengan yang baru. (Anda perlulah melukis litar pengekod dan terangkan dengan ringkas operasi pengekodannya).

While reviewing the teams progress, your project advisor suggest that to stand a chance of winning, your robot need to be able to perform more sophisticated moves. To do this you need to find another coding scheme that accepts message bits that come in serially rather than in block. Replace the current block encoder with a new one.(You need to draw the encoder circuit and briefly explain its encoding operation.)

(20%)

6. (a) Satu syarikat pembuat penukar kod nasional telah menjemput dua wakil dari setiap universiti di Malaysia untuk menyertai “Pertandingan Pegekodan”. Anda dan rakan sekursus telah dipilih untuk mewakili USM. Pertandingan melibatkan 2 pusingan. Pada pusingan pertama semua peserta bersaing secara individu manakala dalam pusingan kedua, dua wakil dari satu universiti yang sama bergabung membentuk satu pasukan dan bersaing dengan pasukan dari universiti-universiti lain.

A national codec manufacturer has invited 2 representatives from every university in Malaysia for a “Coding competition”. You and your classmate have been chosen to represent USM. The competition involves 2 rounds. In the first round all participants compete individually while in the second round, the two representatives from each university form a team and compete with other teams from other universities.

Dalam pusingan pertama, semua peserta dikehendaki membina satu pengekod konvolusi (2,1,2) dengan tindakbalas denyut (111) dan (101).

In the first round, all participants are required to individually build a (2,1,2) convolutional encoder with impulse response (111) and (101).

- (i) Lakarkan struktur pengekod yang akan anda bina dan pastikan semua bahagian dilabelkan dengan betul untuk pengadil memberi markah.

Sketch the structure of the encoder that you are going to build ensuring all parts of the drawing are correctly labeled for the judges to give marks.

(40%)

- (ii) Anda dikehendaki menunjukkan bahawa litar anda berfungsi dengan betul dengan mengaplikasikan satu siri pesanan 10011 dan menghasilkan katakod yang sepatutnya. Dapatkan siri katakod untuk siri pesanan yang diberi.

You are required to show that your circuit is functioning correctly by applying a message sequence of 10011 and producing a correct encoded sequence. Determine the encoded sequences for the given message sequence.

(20%)

- (b) Anda dikehendaki menganalisa kadar kod yang dihasilkan oleh pengekod konvolusi (2,1,2) yang berfungsi dengan betul apabila diberikan input blok pesanan dalam saiz berbeza. 5 pesanan berbeza saiz diberikan untuk tujuan itu dan kadar kod yang terhasil oleh input blok pesanan yang berpadanan diberikan dalam Jadual 6 di bawah.

You are required to analyse the code rate produced by a correctly functioning (2,1,2) convolutional encoder circuit in response to input message blocks of different sizes. 5 different message blocks are provided for the purpose and the code rates produced for the corresponding input message blocks are given in Table 6 below.

Message block size (in bits)	Code rates (in ratio)
4	4/12
8	8/20
16	16/36
32	32/68
64	64/132

Jadual 6
Table 6

Berdasarkan kepada keputusan dalam Jadual 6, nyatakan pemerhatian yang boleh anda buat. Kemudian, berdasarkan pengetahuan dan pemahaman anda tentang pengekodan konvolusi, berikan penyebab kepada pemerhatian itu.

Based on the results in Table 6, state any observation(s) that you can make. Then, based on your knowledge and understanding of the convolutional encoding, give reasons for your observations.

(20%)

- (c) Pusingan kedua menyaksikan pasukan universiti bersaing antara satu sama lain dalam tugas yang lebih kreatif dan mencabar. Anda dikehendaki secara kreatif menggabungkan kedua-dua pengekod konvolusi (2, 1, 2) yang telah anda berdua bina dengan betul untuk menghasilkan satu lagi pengekod yang baru. Anda boleh meminta sebanyak mana komponen tambahan untuk membina pengekod yang baru ini. Yang paling penting, ia mesti boleh menerima blok pesanan pelbagai saiz diberi di Jadual 6 dan menghasilkan kadar kod yang serupa iaitu $\frac{1}{2}$ untuk semua blok katakod. Lakarkan dan labelkan struktur pengekod yang akan anda bina dan bincangkan bagaimana anda boleh pastikan yang ia dapat memenuhi kehendak yang telah ditetapkan.

The second round of the competition saw university teams competing against each other in a more creative and challenging task. You are required to creatively combine the two (2,1,2) convolutional encoders that both of you have correctly built and produce another encoder. You can request an unlimited number of additional components to build the new encoder. Most importantly, the new encoder must be able to accept message block of different sizes given in Table 6 and produce similar code rate of $\frac{1}{2}$ for all encoded blocks. Sketch and label the structure of this new encoder that both of you will build and discuss how you can ensure that it meets the stated requirement.

(20%)